

(Aus dem Max-Planck-Institut für Züchtungsforschung, Abteilung für Kulturpflanzenzüchtung, Hamburg-Volksdorf)

Beiträge zur Qualitätszüchtung bei Nahrungs- und Futterpflanzen

I. Grundlagen für die Züchtung von oxalatarmem Spinat *

Von W. HUHNE, W. MONICKE, F. SCHWANITZ und R. v. SENGBUSCH

Mit 12 Textabbildungen

Der Spinat hat für die Versorgung der Bevölkerung mit Gemüse in Deutschland bisher nur eine verhältnismäßig untergeordnete Bedeutung gehabt. Dies beruht darauf, daß frischer Spinat in ausreichender Menge nur im Frühjahr in den Monaten April und Mai und im Herbst während der Monate Oktober und November zur Verfügung steht. Der Dosenspinat hätte an sich die Lücken im Verbrauch schließen können, die sich durch das Fehlen von frischem Spinat im Sommer wie im Winter ergeben. Seine Qualität ist jedoch so unbefriedigend, daß ein größerer Absatz bisher nicht in Frage kam.

Diese Verhältnisse beginnen sich durch die Einführung des Verfahrens des Tiefrierens von Gemüse grundlegend zu ändern. In den Ländern, in denen Gemüse in großem Umfang tiefgefroren wird, insbesondere in Schweden, steht der Spinat mengenmäßig an der Spitze der tiefgefrorenen Gemüsearten. Das bedeutet aber, daß die Bevölkerung hier das ganze Jahr über reichlich mit teils frischem, teils tiefgefrorenem Spinat versorgt ist. Eine ähnliche Entwicklung, wie sie sich in Schweden bereits vollzogen hat, ist für andere europäische Länder mit fortgeschrittener Zivilisation, insbesondere für Deutschland zu erwarten.

Damit aber würde der bisher geringe Verbrauch an Spinat auch bei uns beträchtlich ansteigen. Schädliche Stoffe, die im Spinat enthalten sind, werden dadurch in sehr viel größerem Umfange als bisher mit der Nahrung aufgenommen und können sich demgemäß in sehr viel größerem Maße als bisher auf die Gesundheit breiter Bevölkerungsteile auswirken. Zu diesen schädlichen

Inhaltsstoffen des Spinats gehören in erster Linie die freie Oxalsäure und die Oxalate. Die Menge dieser Substanzen ist beim Spinat ungewöhnlich groß, sie kann bis zu 16% der Trockensubstanz betragen. Tabelle 1 gibt den Oxalsäuregehalt verschiedener Nahrungspflanzen wieder (LEHMANN u. GRÜTZ 1953). Wenn freie Oxalsäure oder oxalsäure Salze in einer solchen Kon-

Tabelle 1. Der Gehalt an (freier und gebundener) Oxalsäure in verschiedenen Nahrungspflanzen. (Nach LEHMANN und GRÜTZ.)

Gemüseart	% Oxalsäure in Trockensubstanz nach der Veresterungsmethode
Salat, grün, Innenblatt	0,00
Salat, grün, Außenblatt	0,00
Weißkohl ohne N-Düngung	0,00
Weißkohl mit N-Düngung	0,00
Rotkohl ohne N-Düngung	0,00
Rotkohl mit N-Düngung	0,00
Grünkohl	0,10—0,15
Blumenkohl	0,19
Kohlrabi, Knollen	0,07
Kohlrabi, Blätter	0,07
Porré	0,12—0,19
Kartoffeln	0,30
Sellerie, Wurzeln	0,37
Tomaten, grün	0,69—0,54
Tomaten, rot	0,54—0,40
Bohnen, weiß	0,00
Bohnen, grün	0,61
Zwiebeln	0,71—0,62
Mohrrüben	0,97—1,16
Zuckerrüben	1,28
Rhabarber, Stiele	10,67—10,62
Rhabarber, Blätter	8,38—8,05
Spinat, junge Blätter	6,11
Spinat, alte Blätter	16,22—16,28

* ELISABETH SCHIEMANN zum 75. Geburtstag gewidmet.

zentration in den Spinatblättern enthalten sind, so muß eine wesentliche Zunahme des Spinatverzehr als nicht unbedenklich erscheinen, wenn der Genuß dieser Substanzen wirklich schädliche Folgen für den Menschen nach sich zieht.

Es liegen nun tatsächlich Angaben darüber vor, daß durch den Genuß oxalsäure- bzw. oxalathaltiger Pflanzenteile Schädigungen auftreten können. Diese Schäden können verschiedener Art sein. Sie können einmal auf der Giftigkeit der Oxalsäure selbst beruhen, deren letale Dosis bei Werten von über 5 g liegt. Es sind nach Genuß von Spinat aus Rhabarberblättern gelegentlich schwere, ja tödliche Vergiftungen bekannt geworden. Die Giftigkeit der Säure, die im Stoffwechsel nicht abgebaut wird, beruht nur zum Teil auf ihrer für eine organische Säure sehr hohen Acidität, die zu irreversiblen Schädigungen der Gewebe und der Fermente führt.

Dazu tritt als weiterer sehr wichtiger Faktor eine spezifische toxische Wirkung des Oxalat-Ions, die auch in der durch Zugabe von Soda neutralisierten Oxalsäure oder bei den von vornherein in der Pflanze vorhandenen löslichen Alkalisalzen zutage tritt. Diese spezifische Giftwirkung des Oxalat-Ions soll auf starke Verschlechterung des Calciumhaushaltes des Körpers infolge der Festlegung größerer Mengen physiologisch nutzbaren Calciums zurückgehen (LEHMANN u. GRÜTZ 1953, SCHARRER u. JUNG 1953). Mit Spinat gefütterte Ratten zeigten die Symptome schwersten Kalkmangels (SCHMIDT-NIELSEN, 1944), und bei Rindern, die mit Rübennblatt gefüttert wurden, sank der Calciumgehalt des Serums und gleichzeitig auch die Koagulationsfähigkeit des Blutes (CARLENS 1927). Injektion von Natriumoxalat in die Blutbahn führte in kürzester Zeit zu einer starken Herabsetzung des Calciumgehaltes im Blutserum (SEEKLES, SJOLLEMA und van KAAG). Die Festlegung des Calciums im Blutserum kann nach HAZARD (1939) die Reaktionsfähigkeit gegen Adrenalin vermindern und zu akuter Schädigung der Herzfunktion führen.

Die dritte Gruppe von Schäden endlich beruht auf der Ansammlung von Calciumoxalat-Gries und -Steinen in den Nieren als Folge der Ernährung mit oxalsäurehaltigen Pflanzenstoffen.

Unentschieden scheint heute noch die Frage zu sein, ob die angeführten Schädigungen nur durch freie Oxalsäure bzw. durch die wasserlöslichen Alkalisalze der Oxalsäure erzeugt werden oder ob auch, wie LEHMANN und GRÜTZ (1953) betonen, das wegen seiner äußerst geringen Löslichkeit in Wasser häufig als physiologisch unwirksam bezeichnete Calcium-Oxalat nach Auflösung durch die freie Salzsäure im Magen resorbiert werden kann.

Wenn diese Frage auch noch offen ist, schien es uns angesichts der oben erwähnten Tatsachen doch wichtig, die Züchtung eines oxalat- bzw. oxalsäurearmen Spinats schon jetzt in Angriff zu nehmen, damit bei einer etwaigen Steigerung des Spinatkonsums Sorten vorhanden sind, die auch einen Verzehr größerer Mengen dieses Gemüses ohne schädliche Folgen für die Gesundheit zulassen. Untersuchungen über den Oxalatgehalt von 5 verschiedenen Spinatsorten, die GRÜTZ (1953) durchführte, ergaben keine wesentlichen Unterschiede zwischen den untersuchten Sorten (siehe Tabelle 2). Die Ergebnisse stehen im Gegensatz zu Befunden von SCHARRER und JUNG (1953), die bei Zuckerrüben sorten-

Tabelle 2. Der Gehalt an (freier und gebundener) Oxalsäure in % der Trockensubstanz bei verschiedenen Spinatsorten in verschiedenen Pflanzenteilen.

(Nach GRÜTZ, in der Reihenfolge verändert.)

Sorte	Keimblätter	Junge Blätter	alte Blätter	Stiele	Wurzeln
Matador	25,59	6,28	15,39	5,55	6,17
	25,59	—	15,30	5,50	6,36
Universal	23,71	6,11	16,22	5,08	6,08
	24,64	6,11	16,28	4,76	6,03
Viroflay	26,73	6,29	15,44	4,98	6,38
	26,31	6,33	15,98	4,98	6,33
Breustedter	23,62	7,92	15,36	5,54	6,65
	24,04	7,87	—	5,72	6,61
Scharfsamiger	26,13	6,84	16,55	5,71	6,42
	25,83	6,84	16,49	5,61	6,37

mäßige Unterschiede im Oxalsäuregehalt von 2,53 bis 5,21% fanden. Das Fehlen von starken Sortenunterschieden bei einem so ausgesprochenen Fremdbefruchter, wie es der Spinat ist, ist nicht verwunderlich. Es blieb jedoch die Möglichkeit offen, innerhalb der Sorten nach oxalsäurearmen Einzelpflanzen zu suchen, diese zu kreuzen und durch weitere Auslese auf oxalsäurearme Pflanzen in der Nachkommenschaft dieser Kreuzungen oxalsäurearme Spinatstämme zu schaffen.

Voraussetzung für die Erreichung dieses Zieles war die Entwicklung einer geeigneten Schnellbestimmungsmethode. Es sind zahlreiche chemische Methoden zur Bestimmung der Oxalsäure bekannt (LEHMANN u. GRÜTZ 1953, SCHARRER u. JUNG 1953), alle diese Verfahren schienen jedoch nicht geeignet, eine so große Zahl von Untersuchungen durchzuführen, wie sie für züchterische Zwecke notwendig sind. Da das Fehlen eines sauren Geschmacks bei den Spinatblättern das Fehlen beachtenswerter Mengen an freier Oxalsäure wahrscheinlich macht und da andererseits die Oxalsäurebildung und vor allem auch die Abbindung der Oxalsäure als Calciumoxalat durch entsprechende Mineralstoffernährung, insbesondere durch überreiche Düngung mit Calciumnitrat sehr stark gefördert werden kann (SCHARRER u. JUNG 1954), schien es uns möglich zu sein, die Auslese auf einen geringen Oxalsäuregehalt zunächst einmal auf dem Wege über die Entwicklung einer Schnellmethode zur Bestimmung des Gehaltes an Calcium-Oxalat in der Spinatpflanze durchzuführen.

Die Schnellmethode zur Bestimmung des Calciumoxalatgehaltes in den Blättern beruht darauf, daß die Calciumoxalatkristalle — wie alle Kristalle — in polarisiertem Licht hell aufleuchten. In unversehrten Blättern sind allerdings die Kristalle auch im durchfallenden, polarisierten Licht nicht zu erkennen. Sie werden erst dann sichtbar, wenn die Blattpräparate mit einem Glasstab stark gequetscht worden sind. In diesem Fall leuchten im polarisierten Licht alle im Blickfeld liegenden Kristalle auf, ganz gleich in welcher Gewebeschicht sie sich befinden. Man erfaßt also mit einem Blick die Gesamtmenge der in einer bestimmten Blattfläche vorhandenen Kristalle und kann, wenn es nötig ist, auch ihre Zahl und Größe ohne Schwierigkeit genau festlegen. Bei Objekten mit zähen, harten Blättern reicht das Quetschen allein nicht hin, um das Blatt so durchscheinend zu machen, daß die Kristalle erkennbar sind. In solchen Fällen wurde so verfahren, daß die Blätter zunächst einmal tiefgefroren wurden. Nach dieser Vorbehandlung lassen sie sich dann genau so leicht quet-

schen wie Blätter, die ein zartes Gewebe besitzen, und man erhält dann ebenso schöne Präparate wie von diesen.

Die Bilder werden besonders schön, wenn man die Präparate nach dem Quetschen etwa 30 Minuten an der Luft trocknen läßt. Will man die Präparate längere Zeit aufheben, so werden sie am besten auf dem Objekt-

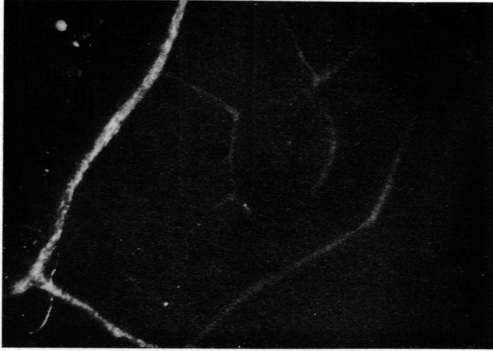


Abb. 1. Mikroaufnahme eines Ausschnittes aus einem gequetschten Rosenkohlblatt in polarisiertem Licht.

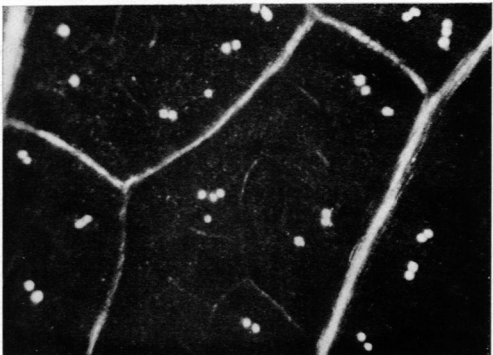


Abb. 2. Mikroaufnahme eines Ausschnittes aus dem gequetschten Blatt eines Stiefmütterchens in polarisiertem Licht.

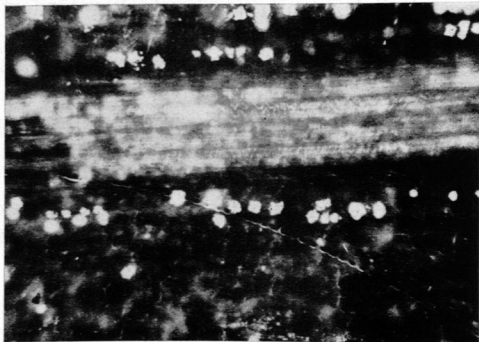


Abb. 3. Rhabarber. Längsschnitt durch einen Stiel des Gemüserhabarbers in polarisiertem Licht. Mikroaufnahme.

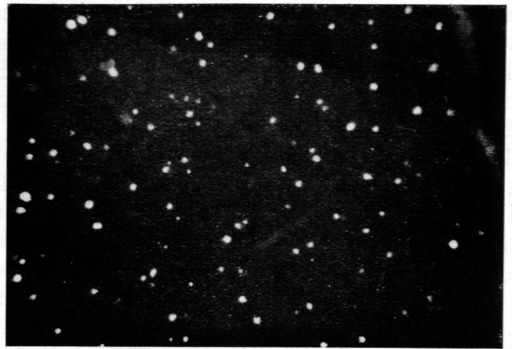


Abb. 4. Spinat. Mikroaufnahme eines Teiles eines gequetschten jungen Blattes in polarisiertem Licht.

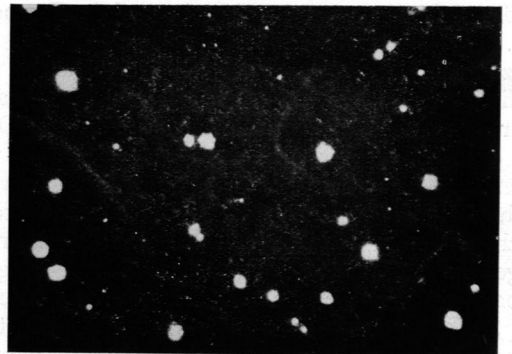


Abb. 5. Spinat. Mikroaufnahme eines Teiles eines älteren gequetschten Blattes in polarisiertem Licht.

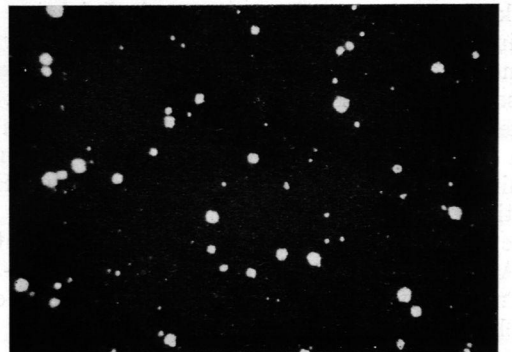


Abb. 6. Spinat. Altes Blatt im Herbst. Mikroaufnahme in polarisiertem Licht.

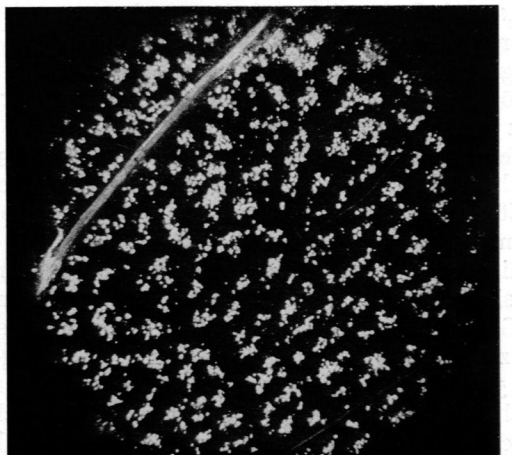


Abb. 7. Spinat. Altes Blatt im Sommer. Mikroaufnahme in polarisiertem Licht.

träger in Glycerin gelegt und mit einem Deckblatt bedeckt.

Durch die Prüfung der Quetschpräparate in Salzsäure und Essigsäure — Calciumoxalat ist in Salzsäure löslich, in Essigsäure unlöslich — konnte wahrscheinlich gemacht werden, daß es sich zum mindesten bei dem größten Teil der im polarisierten Licht aufleuchtenden Kristalle um Calciumoxalatkristalle handelt. Die mit Hilfe dieser Methode durchgeführten Untersuchungen zeigten zunächst einmal, daß bei solchen Pflanzen, von denen auf Grund chemischer Analysen bekannt ist, daß sie frei von Oxalsäure sind, keine Kri-

stalle im polarisierten Licht auftreten (Abb. 1, Kohl). Bei allen oxalsäurehaltigen Pflanzen dagegen konnten entsprechend dem Grad ihres Oxalsäuregehalts die Kristalle beobachtet werden (Abb. 2—3).

Beim Spinat zeigte es sich, daß bereits die jungen Folgebblätter Oxalatkrystalle in sehr großer Menge enthalten (Abb. 4). Mit zunehmendem Alter der Pflanzen und Blätter steigt die Anzahl und vor allem die Größe der Kristalle sehr beträchtlich an (Abb. 5).

Es ergab sich ferner, daß die Oxalatbildung offenbar sehr weitgehend von den Außenbedingungen abhängig ist: unter ungünstigen Wachstumsverhältnissen im Herbst und Winter finden sich weniger Kristalle in den Blättern als im Frühjahr, wenn sich die Pflanzen unter günstigen Bedingungen schnell entwickeln (Abb. 6 u. 7).

Bei der Keimung des Spinats in einem calciumfreien Medium bleiben die Keimblätter frei von Kristallen. Da andererseits, wie besonders die Arbeiten von SCHARRER und JUNG (1954) gezeigt haben, die Bildung von Calciumoxalat in der Pflanze durch Ca- und Na-Gaben, durch Bor und durch starke Nitratdüngung — besonders

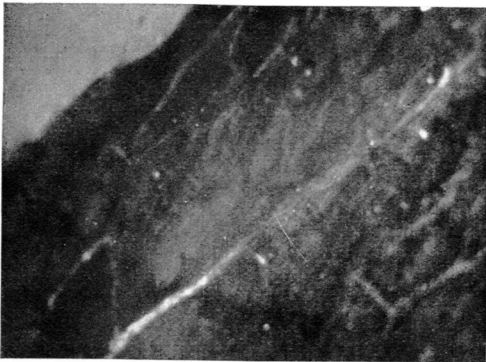


Abb. 8. Spinat. Blattausschnitt einer oxalatarmen Pflanze. Mikroaufnahme in polarisiertem Licht.

wirksam sind erhöhte Gaben von Calciumnitrat — stark gefördert werden kann, empfiehlt es sich für die Auslese auf genetisch oxalatarme Einzelpflanzen den Boden, in dem die Spinatpflänzchen für die Untersuchung herangezogen werden, mit sehr reichlichen Gaben vor allem von Calciumnitrat zu versorgen. Auf diese Weise werden optimale Bedingungen für die Bildung von Calciumoxalat in den Blättern geschaffen, so daß bei der Untersuchung damit gerechnet werden kann, daß es sich bei den Pflanzen mit geringer Zahl von Kristallen in den Blättern wirklich um genetisch oxalatarme Typen handelt.

Die Auslese von oxalatarmen Formen bei Spinat wird dadurch erleichtert, daß man infolge der hohen Oxalsäurewerte in den Keimblättern (siehe die beistehende Tabelle nach GRÜTZ) die Selektion bereits an den Keimblättern vornehmen kann. Zu diesem Zweck wird der Spinat in Pikierkästen mit stark mit Calciumnitrat gedüngter Erde ausgesät, nach dem Auflaufen werden die Keimpflänzchen vorsichtig ausgegraben, der Reihe nach hingelegt und jeweils ein Teil eines Keimblatts untersucht. Hierbei ist dafür zu sorgen, daß die Pflänzchen nicht vertrocknen. Die als oxalatarm bestimmten Pflanzen werden dann wieder eingepflanzt und im Laufe der Zeit noch mehrfach auf ihren Oxalatgehalt hin geprüft. Auf diese Weise ist es möglich, Formen, die nur modifikativ oxalatarm sind, auszuschalten. Wir haben bisher insgesamt etwa 5000 Einzelpflanzen von

Spinat untersucht und auf etwa 1000 Pflanzen eine gefunden, die oxalatarm war. Einige dieser Pflanzen behielten diesen geringen Oxalatgehalt ihr ganzes Leben hindurch bei (Abb. 8). Die endgültige Entscheidung darüber, ob es sich hier wirklich um genotypisch oxalatarme Individuen gehandelt hat, muß die Prüfung der Nachkommenschaft ergeben. Es ist durchaus möglich, daß die Analyse von 5000 Individuen noch nicht ausreicht, um bereits sehr oxalatarme bzw. völlig oxalatfreie Stämme zu erhalten. Wir glauben aber auf Grund unserer bisherigen Erfahrungen, daß es an sich möglich sein wird, genetisch oxalatarme Spinatstämme herzustellen.

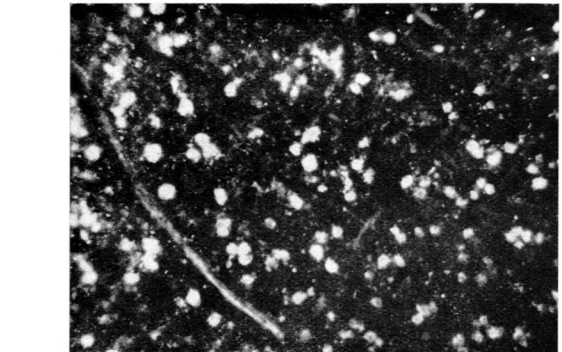


Abb. 9. Rote Rübe. Ausschnitt aus einem jungen Blatt. Mikroaufnahme in polarisiertem Licht.

An solchen Stämmen wird dann noch eine weitere Frage zu prüfen sein, die wir vorläufig im Interesse der Untersuchung einer möglichst großen Zahl von Einzelpflanzen zurückstellen mußten: ob nämlich diese an Calciumoxalat armen Pflanzen auch einen geringen Gehalt an wasserlöslichen basischen Oxalaten bzw. an freier Oxalsäure besitzen. Da, wie betont wurde, die Pflanzen reichlich mit Calciumnitrat gedüngt worden waren, scheint uns dies wahrscheinlich. Den endgültigen Nachweis kann aber erst die chemische Analyse bringen, die jedoch erst dann erfolgen kann, wenn ein größeres Material von oxalatarmen Pflanzen aus der Nachkommenschaft der oxalatarmen Eliten vorliegt.

Es hat sich gezeigt, daß es mit Hilfe der Papierchromatographie ohne Schwierigkeiten möglich ist, den Gehalt an freier Oxalsäure und an löslichen Oxalaten in den Blättern zu bestimmen.

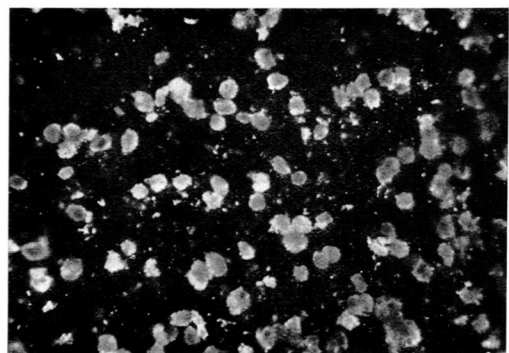


Abb. 10. Rote Rübe. Ausschnitt aus einem alten Blatt. Mikroaufnahme in polarisiertem Licht.

Ausgehend vom Spinat, haben wir eine Reihe von anderen Kulturpflanzen einer gleichen Untersuchung unterzogen und dabei festgestellt, daß z. B. die Kohlarten und der Salat keine Calciumoxalate, dagegen

Zuckerrüben, Rote Rüben und wahrscheinlich auch Mangold ein sehr oxalatreiches Blatt besitzen (Abb. 9 bis 12, vgl. auch Abb. 2).

Über die Wirkung dieser Oxalate bei der Verfütterung an Rinder liegen bisher sich widersprechende Angaben vor. Angesichts der Bedeutung, die die großen Mengen der alljährlich verfütterten Zuckerrübenblätter, Schnitzel und der Futterrüben für die Gesundheit

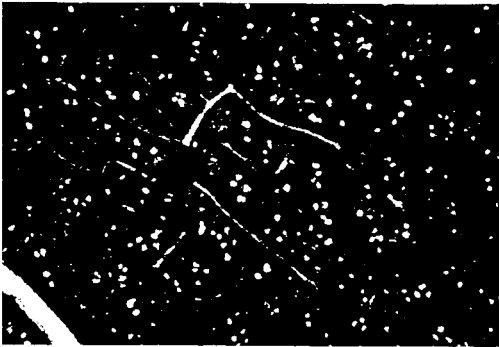


Abb. 11. Zuckerrübe. Ausschnitt aus einem jungen Blatt. Mikroaufnahme in polarisiertem Licht.

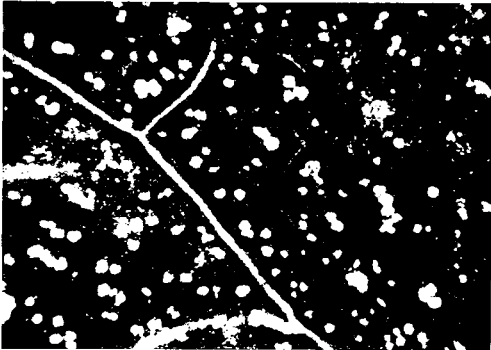


Abb. 12. Zuckerrübe. Ausschnitt aus einem alten Blatt. Mikroaufnahme in polarisiertem Licht.

und Leistungsfähigkeit der Tiere haben können, wenn auch durch Calciumoxalat Schädigungen eintreten können, scheinen uns hier weitere Untersuchungen über die Wirkung des Calciumoxalats bei Verfütterung notwendig. Daraus dürfte sich dann ergeben, ob es notwendig sein wird, auch die Züchtung oxalatarmen Zuckerrüben, Futterrüben, Roter Rüben sowie oxalatarmen Mangolds in Angriff zu nehmen.

Literatur

1. CARLENS, O.: Untersuchungen über die Fütterung von Rindern mit Zuckerrübenkraut. Berl. Tierärztl. Wochenschr. 43, 13 (1927). — 2. FREY-WYSSLING, A.: Die

Stoffausscheidung der höheren Pflanzen. Berlin 1935. — 3. GÖTTING, H.: Über die bei jungen Tieren durch kalkarme Ernährung und Oxalsäurefütterung entstehenden Knochenveränderungen. Biochem. Zeitschr. 27, 85—86 (nach SCHARRER und JUNG) (1953a). — 4. GRÜTZ, W.: Die Oxalsäure als Qualitätsfaktor beim Spinat. Zeitschr. Pflanzenernähr., Düngung, Bodenkunde 62, 24 (1953). — 5. HAMMARSTEN, GRETA: Eine experimentelle Studie über Calciumoxalat als Steinbildner in den Harnwegen. Thèse Lund, Lunde Universitets Arsskrift N. F. 32 (1937). — 6. HAMMARSTEN, GRETA: On calcium oxalate and its solubility in the presence of inorganic salts with special reference to the occurrence of oxaluria. C. Rend. Trav. Labor. Carlsberg, 17, Nr. 11 (1929). — 7. HAZARD, R.: Wirkung des Na-Oxalats auf das Herz und den arteriellen Blutdruck. C. R. Séances Soc. Biol. 126, 998—1001 ref. Chem. Centrbl. I, 2634 (1939). — 8. HEUBNER, W.: Einige Befunde bei oxalvergifteten Hunden. — 9. HÜCKEL R.: Naunyn-Schmiedebergs Arch. f. exper. Pathol. u. Pharmak. 178, 749 (1935). — 10. KOCH, FR. E.: Experimentelle Untersuchungen über Nierensteinbildung. Z. f. Urol. Sonderheft, S. 110, (1950). — 11. KOHMANN, E. F.: Oxalsäure in Lebensmitteln und ihr Verhalten und Schicksal in der Nahrung. J. Nutrit. 18, 233—46 ref. Chem. Zentralbl. II, 3717 (1939). — 12. LEHMANN, E. u. W. GRÜTZ: Zur Methodik der Oxalsäurebestimmung in Pflanzen. Zeitschr. Pflanzenern., Düngung, Bodenkunde 61, 77 (1953). — 13. LOEW, O.: Über die Giftwirkung von oxalsäuren Salzen und die physiologische Funktion des Calciums. Biochem. Zeitschr. 38, 226 (nach SCHARRER und JUNG) (1953a). — 14. OLSEN, C. Absorption of calcium and formation of oxalic acid in higher green plants. Compt. rend. d. trav. d. Lab. Carlsberg, Ser. Chim. 23, 8 (1939). — 15. ORZECZOWSKI, G., P. GÖMÖR u. M. HUNDRIESER: Das Schicksal verfütterter Oxalsäure im Organismus des Hundes. Naunyn-Schmiedebergs Arch. f. exp. Path. u. Pharm. 178, 739 (1935). — 16. PAECH, K.: Biochemie und Physiologie der sekundären Pflanzenstoffe. Berlin 1950. — 7. PEDERSEN, K. J.: The Solubility of Calcium Oxalate in Aqueous Solutions of Urea. Journ. of the Amer. Chem. Soc. 61, 334 (1939). — 18. v. PHILIPSBORN, H.: Über Calciumoxalat in Pflanzenzellen. Protoplasma 41, 415 (1952). — 19. RUHLAND, W. u. K. WETZEL: Zur Physiologie der organischen Säuren in grünen Pflanzen. Planta 1, 558 (1926). — 20. SCHARRER, K. u. J. JUNG: Bestimmung und Vorkommen der Oxalsäure in Futter- und Nahrungsmitteln. Landwirtschaft. Forschung 5, 191 (1953a). — 21. SCHARRER, K. u. J. JUNG: Der Einfluß der Ernährung auf die Bildung und Bindung der Oxalsäure im Rübenblatt. Z. f. Pflanzenern., Düngung, Bodenkunde 62, 63 (1953b). — 22. SCHARRER, K. u. J. JUNG: Weitere Untersuchungen über Beziehungen zwischen Nährstoffversorgung und Oxalsäurebildung im Zuckerrüben- und Mangoldblatt. Zeitschr. f. Pflanzenern., Düngung, Bodenkunde 66, 1 (1954). — 23. SCHMIDT-NIELSEN, B. u. K.: Kalkmangel og nyresten femkaldt af Spinat. Nordiske Medicin 23, 1463 (1944). (Nach SCHARRER u. JUNG 1953a). — 24. SCHWANITZ, F.: Über den Gehalt der Blätter diploider und tetraploider Gartenstiefmütterchen (*Viola tricolor maxima hort.*) an Calciumoxalatdrusen. Züchter 20, 208—209 (1950). — 25. SEEKLES, L., B. SJOLLEMA u. VAN KLAAG: Ein Beitrag zur Kenntnis der Giftwirkung von Oxalsäure- und Zitronensäuresalzen nach intravenöser Einspritzung. Biochem. Zeitschr. 244, 258 bis 267 (1932).